

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年7月15日 (15.07.2004)

PCT

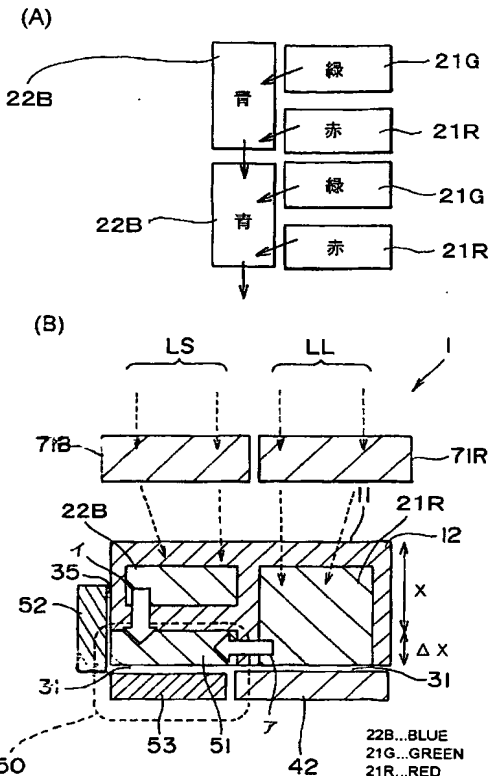
(10) 国際公開番号
WO 2004/059741 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 27/148, H04N 5/335 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 松本 光市 (MATSUMOTO, Koichi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015941
- (22) 国際出願日: 2003年12月12日 (12.12.2003) (74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2002-373414
2002年12月25日 (25.12.2002) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP). (84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特

(続葉有)

(54) Title: SOLID-STATE IMAGING DEVICE, METHOD FOR TRANSFERRING CHARGE IN SOLID-STATE IMAGING DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING SOLID-STATE IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 固体撮像素子、固体撮像素子の電荷転送方法、及び固体撮像素子の製造方法



(57) Abstract: The "smear" problem that when signal charge produced by reception of long-wavelength light is transferred, a noise signal is mixed into the sing charge is solved. A solid-state imaging device having a multilayer structure of a photosensor and a charge transfer part, wherein the photosensor includes a first photosensor (21) and a second photosensor (22) for receiving a light of a wavelength shorter than that of the light that the first photosensor (21) receives, the first and second photosensors (21, 22) are arranged adjacently to each other with a potential barrier wall part (12) interposed therebetween, a read gate (42) for transferring the charge produced in the first photosensor (21) to a charge transfer part (50) disposed under the second photosensor (22) is provided under the first photosensor (21).

(57) 要約: 長波長光を受光して得た信号電荷を転送している際に、その信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題を解決する。フォトセンサと電荷転送部とが積層構造を有する固体撮像素子であって、前記フォトセンサは、第1フォトセンサ(21)と前記第1フォトセンサ(21)が受光する光よりも短い波長の光を受光する第2フォトセンサ(22)とがポテンシャル障壁部(12)を介して隣接して配置され、前記第1フォトセンサ(21)下には、前記第1フォトセンサ(21)で生成した電荷を前記第2フォトセンサ(22)下に設けられた電荷転送部(50)に移送する読み出しゲート(42)が備えられているものである。



許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

固体撮像素子、固体撮像素子の電荷転送方法、及び固体撮像素子の製造方法

5

技術分野

本発明は、固体撮像素子および電荷転送方法に関し、詳しくは赤色センサ部で発生するスミアの低減を図った固体撮像素子および電荷転送方法に関する。

10

背景技術

半導体を用いた最近の固体撮像素子は、画素素子のサイズを縮小化することにより、チップ面積が縮小され、またチップ単価が安くなり、さらに撮像装置（カメラシステム）自体の大きさも縮小することができていた。

15

撮像素子は、レンズから入射する光を信号電荷に変換する光電変換装置と、信号電荷を出力電圧に変換するアンプまで届ける転送CCD（Charge Coupled Device）から主に構成される。撮像素子中の1つの画素セルは、光電変換装置と転送CCDが横に配置されるのが典型的である。しかしながら、上記配置で画素素子のサイズを縮小化することは、製造上、難しくなっている。それを解決すべく、最近、上部に光電変換装置を形成し、下部に転送CCDを形成する積層構造の固体撮像素子が提案されている（例えば、特開2001-257337号公報（第3-4頁、第2図）参照）。

20

25

しかしながら、従来の技術では、RGB（R：赤、G：緑、B：

青)の各画素は赤・緑・青の各画素に対応する転送CCDを分け隔てず、光電変換素子下に形成している。そのため、RGBの画素のうち、赤色などの長波長光は光電変換装置を突き抜け、転送CCDに光が進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題が発生する。そこで、フォトセンサの深さをパラメータとして、転送CCDの半導体領域の深さに対するスミアの発生率を調べた。その結果を第9A図乃至第9B図に示す。第9A図乃至第9B図では、フォトセンサの深さをパラメータとし、縦軸にスミアの発生率(累積発生率)を示し、横軸に転送CCDの半導体領域の深さを示した。また第9A図には波長が700nmの赤色光の場合を示し、第9B図には波長が550nmの緑色光の場合を示した。例えば、フォトセンサの深さ $X = 5 \mu m$ で、転送CCDの半導体領域の深さ $\Delta X = 0.5 \mu m$ の構造では、波長が700nm(赤色)の光に対しては第9A図に示すようにスミアの発生率は4%近くになり、一方、波長が550nm(又は緑色)の光に対しては第9B図に示すようにスミアの発生率は1%程度であった。このように、赤色の光に対して、スミアの発生率が非常に高くなることがわかった。

発明の開示

20 本発明は、上記課題を解決するためになされた固体撮像素子および電荷転送方法である。

本発明の第1固体撮像素子は、フォトセンサと電荷転送部とが積層構造を有する固体撮像素子であって、前記フォトセンサは、第1フォトセンサと前記第1フォトセンサが受光する光よりも短い波長の光を受光する第2フォトセンサとがポテンシャル障壁部を介して隣接して配置され、前記第1フォトセンサ下には、

前記第 1 フォトセンサで生成した電荷を前記第 2 フォトセンサ下に設けられた電荷転送部に移送する読み出しゲートが備えられているものである。

上記第 1 固体撮像素子では、例えば赤色（又は緑色）光のような長波長の光は、長波長の光のみを受光する第 1 フォトセンサで光電変換により信号電荷に変換され、この信号電荷は読み出しゲートにより第 1 フォトセンサの受光波長よりも短い波長の光（例えば青色光）を受光する第 2 フォトセンサ下に形成された電荷転送部に移送され、さらにこの電荷転送部により転送される。したがって長波長の光を受光する第 1 フォトセンサ下では長波長光の電荷転送を行わないので、従来のように、赤色などの長波長光がフォトセンサ下に突き抜けたとしても、長波長光の電荷を転送する電荷転送部に長波長光が進入しない。このため、長波長光の電荷を転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題が発生しなくなる。

本発明の第 2 固体撮像素子は、フォトセンサと電荷転送部とが積層構造を有する固体撮像素子であって、前記フォトセンサは、第 1 フォトセンサと前記第 1 フォトセンサが受光する光よりも短い波長の光を受光する第 2 フォトセンサとがポテンシャル障壁部を介して隣接して配置され、前記第 1 フォトセンサ下には第 1 電荷転送部が配置され、前記第 1 フォトセンサの側部には前記第 1 フォトセンサで光電変換された電荷を前記第 1 電荷転送部に移送する第 1 読み出しゲートが配置され、前記第 2 フォトセンサ下には第 2 電荷転送部が配置され、前記第 2 フォトセンサの側部には前記第 2 フォトセンサで光電変換された電荷を前記第 2 電荷転送部に移送する第 2 読み出しゲートが配置され、前記第 1

電荷転送部と前記第2電荷転送部との間には前記第1電荷転送部に蓄積された電荷を前記第2電荷転送部に移送する転送ゲートが備えられているものである。

上記第2固体撮像素子では、例えば赤色（又は緑色）光のような長波長光は、長波長光のみを受光する第1フォトセンサで光電変換により信号電荷に変換され、この信号電荷は第1読み出しゲートにより第1電荷転送部に移送蓄積され、所定のタイミングにより転送ゲートにより短波長（青色）光を受光する第2フォトセンサ下に設けられた第2電荷転送部に移送され、さらに第2電荷転送部により例えば最終段に転送される。一方、第1フォトセンサの受光波長よりも短い波長の光は、第2フォトセンサで光電変換により信号電荷に変換され、第2電荷転送部で電荷転送を行っていないタイミングにおいて、この信号電荷は第2読み出しゲートにより第2電荷転送部に移送され、第2電荷転送部により例えば最終段に転送される。したがって長波長の光を受光する第1フォトセンサ下では電荷転送を行わないので、従来のように、赤色（又は緑色）光などの長波長光が第1フォトセンサ下まで突き抜けて電荷転送部に進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題が発生しなくなる。

本発明の固体撮像素子の第1電荷転送方法は、第1フォトセンサと前記第1フォトセンサが受光する光よりも短い波長の光を受光する第2フォトセンサとがポテンシャル障壁を介して隣接して配置され、前記第1フォトセンサ下には、前記第1フォトセンサで生成した電荷を前記第2フォトセンサ下に設けられた電荷転送部に移送する読み出しゲートが備えられ、前記第2フォトセンサ下には電荷転送部が備えられている固体撮像素子の電荷

転送方法であって、前記第 1 フォトセンサで光電変換により生成された電荷は、前記読み出しゲートにより前記電荷転送部に移送され、さらに前記電荷転送部により転送される。

上記固体撮像素子の第 1 電荷転送方法では、例えば赤色（又は
5 緑色）光のような長波長光は、長波長光のみを受光する第 1 フォトセンサで光電変換により電荷に変換され、この電荷は読み出しゲートにより第 1 フォトセンサの受光波長よりも短い波長の光を受光する第 2 フォトセンサ下に形成された電荷転送部に移送され、さらにこの電荷転送部により転送される。したがって長波
10 長の光を受光する第 1 フォトセンサ下では電荷転送を行わないので、従来のように、赤色などの長波長光がフォトセンサを突き抜け、電荷転送部に光が進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題が発生しなくなる。

本発明の固体撮像素子の第 2 電荷転送方法は、第 1 フォトセン
15 サと前記第 1 フォトセンサが受光する光よりも短い波長の光を受光する第 2 フォトセンサとがポテンシャル障壁部を介して隣接して配置され、前記第 1 フォトセンサ下には第 1 電荷転送部が配置され、前記第 1 フォトセンサの側部には前記第 1 フォトセンサで光電変換された電荷を前記第 1 電荷転送部に移送する第 1
20 読み出しゲートが配置され、前記第 2 フォトセンサ下には第 2 電荷転送部が配置され、前記第 2 フォトセンサの側部には前記第 2 フォトセンサで光電変換された電荷を前記第 2 電荷転送部に移送する第 2 読み出しゲートが配置され、前記第 1 電荷転送部と前記第 2 電荷転送部との間には前記第 1 電荷転送部に蓄積された
25 電荷を前記第 2 電荷転送部に移送する転送ゲートが備えられている固体撮像素子の電荷転送方法であって、前記第 1 フォトセン

サで光電変換により生成された電荷は、前記第 1 読み出しゲートにより前記第 1 電荷転送部に移送され、さらに前記転送ゲートにより前記第 2 電荷転送部に転送され、さらに前記第 2 電荷転送部により転送される。

- 5 上記固体撮像素子の第 2 電荷転送方法では、例えば赤色（又は緑色）光のような長波長光は、長波長光のみを受光する第 1 フォトセンサで光電変換により信号電荷に変換され、この信号電荷は第 1 読み出しゲートにより第 1 電荷転送部に移送、蓄積され、所定のタイミングにより転送ゲートにより第 2 電荷転送部に移送
- 10 され、さらに第 2 電荷転送部により例えば最終段に転送される。一方、第 1 フォトセンサの受光波長よりも短い波長の光は、第 2 フォトセンサで光電変換により信号電荷に変換され、第 2 電荷転送部で電荷転送を行っていないタイミングにおいて、この信号電荷は第 2 読み出しゲートにより第 2 電荷転送部に移送され、第 2
- 15 電荷転送部により例えば最終段に転送される。したがって長波長の光を受光する第 1 フォトセンサ下では電荷転送を行わないので、従来のように、赤色（又は緑色）光などの長波長光がフォトセンサ下まで突き抜け、電荷転送部に光が進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題が発生
- 20 しなくなる。

図面の簡単な説明

- 第 1 A 図乃至第 1 B 図は、本発明の第 1 固体撮像素子およびその第 1 電荷転送方法に係る実施の形態を示す図面であり、第 1 A
- 25 図は平面レイアウト図であり、第 1 B 図は概略構成断面図である。

第 2 A 図乃至第 2 B 図は、第 1 固体撮像素子の転送ゲート電極

および読み出しゲート電極を示す図面であり、第 2 A 図は平面レイアウト図であり、第 2 B 図は概略構成断面図である。

第 3 図は、固体撮像素子の読み出し動作の一例を示すタイミングチャートである。

5 第 4 図は、本発明の第 2 固体撮像素子およびその第 2 電荷転送方法に係わる実施の形態の構成を示す概略構成断面図である。

第 5 A 図乃至第 5 B 図は、第 2 固体撮像素子の転送ゲート電極および読み出しゲート電極を示す図面であり、第 5 A 図は平面レイアウト図であり、第 5 B 図は概略構成断面図である。

10 第 6 図は、第 2 固体撮像素子の読み出し動作の一例を示すタイミングチャートである。

第 7 A 図乃至第 7 C 図は、本発明の固体撮像素子の第 2 電荷転送方法を示す平面レイアウト概略図である。

15 第 8 A 図乃至第 8 B 図は、第 1 固体撮像素子の製造方法の一例を示す概略構成断面図である。

第 9 A 図乃至第 9 B 図は、フォトセンサの深さをパラメータとした転送 C C D の半導体領域の深さとスミアの発生率との関係図である。

20 発明を実施するための最良の形態

本発明の第 1 固体撮像素子およびその第 1 電荷転送方法に係る実施の形態を、第 1 A 図の平面レイアウト図および第 1 B 図の概略構成断面図によって説明する。

25 第 1 A 図に示すように、本発明の固体撮像素子では、一例として、赤色光を受光する第 1 フォトセンサ 2 1（赤色フォトセンサ 2 1 R）と緑色光を受光する第 1 フォトセンサ 2 1（緑色フォト

センサ 2 1 G) とが交互に例えば垂直転送方向に配列され、且つ
一対の赤色フォトセンサ 2 1 R と緑色フォトセンサ 2 1 G とに
隣接して青色光を受光する第 2 フォトセンサ 2 2 (青色フォトセ
ンサ 2 2 B) が配列されている。この配列は例えば垂直転送方向
5 に配列されている。

上記固体撮像素子の構成において、本発明の電荷転送方法の基
本形を説明する。本発明の電荷転送方法は、R G B (R : 赤、G :
緑、B : 青) の光のうち、赤色 (場合によっては緑色も含む) 光
のような波長の長い光を受光して光電変換する赤色光電荷変換
10 部 2 1 R (または緑色フォトセンサ 2 1 G) で光電変換された信
号電荷を、赤色光もしくは緑色光よりも波長の短い光、例えば青
色光を光電変換する青色フォトセンサ 2 2 B 下に設けられた電
荷転送部 (転送 C C D) へ移送し、さらにその信号電荷を青色フ
ォトセンサ 2 2 B 下に設けられた電荷転送部 (転送 C C D) で増
15 幅器 (図示せず) へ転送するという方法である。図面に示す矢印
は信号電荷の転送方向を示すものである。

固体撮像素子においては、R G B (R : 赤、G : 緑、B : 青)
のうち、通常、赤色 (場合によっては緑色も含む) 光のような長
波長の光は半導体層からなるフォトセンサをほとんど透過する。
20 そこで上記固体撮像素子の電荷転送方法の基本形を実現するに
は、赤色光もしくは緑色光を受光する第 1 フォトセンサ 2 1 (赤
色フォトセンサ 2 1 R もしくは緑色フォトセンサ 2 1 G) 下には、
電荷転送部を設けず、赤色 (場合によっては緑色も含む) 光のよ
うな波長の長い光を受光して光電変換する第 1 光電荷変換部 2
25 1 (2 1 R、2 1 G) 下に、青色光のような赤色光よりも波長の
短い光を光電変換する第 2 フォトセンサ 2 2 (青色フォトセンサ

2 2 B) 下に設けられた電荷転送部（転送 C C D）へ信号電荷を移送する読み出しゲートを設け、この読み出しゲートによって上記第 1 フォトセンサ 2 1 R（または 2 1 G）で光電変換により得られた信号電荷を上記電荷転送部に移送し、さらにその信号電荷を電荷転送部で増幅器（図示せず）へ転送するようにすればよい。

これは、青色光のような短波長の光は、ほとんど半導体表面で光電変換されるので、第 2 フォトセンサ 2 2 下の電荷転送部（転送 C C D）に到達することは無く、そこで光電変換が行われて電荷が発生することが無いためである。したがって、赤色光の信号電荷は短波長（青色）光を受光する第 2 フォトセンサ 2 2 下の電荷転送部を流れて、増幅器（図示せず）に転送されることになる。よって、赤色光に対して、電荷転送部に光が進入し、転送している最中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミアが発生することが防止される。

次に、上記本発明の第 1 電荷転送方法を実現する本発明の第 1 固体撮像素子に係わる実施の形態の構成について、第 1 B 図の概略構成断面図によって説明する。第 1 B 図では、一例として赤色フォトセンサと青色フォトセンサについて説明する。なお、緑色フォトセンサについては、赤色フォトセンサと置換えた構成となる。

第 1 B 図に示すように、本発明の固体撮像素子の基本構成は、半導体層 1 1 を備え、この半導体層 1 1 には、長波長（例えば赤色）光 L L を受光して光電変換する第 1 フォトセンサ（赤色フォトセンサ 2 1 R）と短波長（例えば青色）光 L S を受光して光電変換する第 2 フォトセンサ 2 2（青色フォトセンサ 2 2 B）とがポテンシャル障壁部 1 2 により区分されて隣接して配置されて

いる。上記半導体層 1 1 は、例えば S O I (Silicon on insulator) 層で形成される。そして、赤色フォトセンサ 2 1 R 上には赤色フィルタ 7 1 R が形成され、図示はしないが緑色フォトセンサ上には緑色フィルタが形成され、青色フォトセンサ 2 2 B 上には青色
5 フィルタ 7 1 B が形成されている。

例えば、前記第 1 A 図の平面レイアウト図に示すように、赤色光を受光する第 1 フォトセンサ 2 1 (赤色フォトセンサ 2 1 R) と緑色光を受光する第 1 フォトセンサ 2 1 (緑色フォトセンサ 2 1 G) とが交互に例えば垂直転送方向に配列され、且つ一对の赤
10 色フォトセンサ 2 1 R と緑色フォトセンサ 2 1 G とに隣接して青色光を受光する第 2 フォトセンサ 2 2 (青色フォトセンサ 2 2 B) が垂直転送方向に配列されている。

今、赤色フォトセンサ 2 1 R と青色フォトセンサ 2 2 B とに着目して以下に説明する。上記赤色フォトセンサ 2 1 R は半導体層
15 1 1 の底部 ($X + \Delta X$) まで深く形成され、この赤色フォトセンサ 2 1 R にポテンシャル障壁 1 2 を介して隣接する青色フォトセンサ 2 2 B は半導体層 1 1 の上部に形成されている。また、青色フォトセンサ 2 2 B 下の半導体層 1 1 にはポテンシャル障壁 1 2 を介して深さ X の位置より半導体層 1 1 の底部まで厚さ ΔX の電荷転送部のチャネル領域 5 1 が形成されている。上記半導
20 体層 1 1 下には、絶縁膜 (ゲート絶縁膜) 3 1 を介して、赤色フォトセンサ 2 1 R 下に読み出しゲート 4 2 が形成され、青色フォトセンサ 2 2 B 下に転送ゲート 5 3 が形成されている。図示はしないが、緑色光を受光するフォトセンサは、上記赤色光を受光する赤色フォトセンサ 2 1 R と同様な構成をとることができる。また、青色フォトセンサ 2 2 B の側部にはポテンシャル障壁 1 2、
25

ゲート絶縁膜 3 5 を介して青色光を読み出す縦型の読み出しゲート 5 2 が形成されている。

上記構成では、赤色光（および緑色光）を受光する赤色フォトセンサ 2 1 R（2 1 G）の直下には、ゲート絶縁膜 3 1 を介して読み出しゲート 4 2 が存在し、電荷転送部（転送 C C D）は存在しない。したがって、赤色（又は緑色）光を受光した赤色フォトセンサ 2 1 R（緑色フォトセンサ 2 1 G）は半導体層 1 1 下まで光電変換領域が形成されており、この赤色フォトセンサ 2 1 R（緑色フォトセンサ 2 1 G）で光電変換されて得られた信号電荷は、埋め込み酸化膜（図示せず）中にある読み出しゲート 4 2 で青色フォトセンサ 2 2 B 下に形成されている電荷転送部（転送 C C D）5 0 に移さる（矢印ア方向）。さらにこの信号電荷は電荷転送部 5 0 で例えば最終段まで転送される。

一方、青色光を受光する青色フォトセンサ 2 2 B で生成された信号電荷は、その左端にある縦型の読み出しゲート 5 2 により、電荷転送部（転送 C C D）5 0 に移される（矢印イ方向）。さらにこの電荷転送部 5 0 で例えば最終段まで転送される。

次に、第 1 固体撮像素子の転送ゲート電極および読み出しゲート電極を、第 2 A 図の平面レイアウト図および第 2 B 図の概略構成断面図によって詳細に説明する。なお、第 2 B 図は第 2 A 図の主にゲート電極の A-A 線断面を示す。

第 2 A 図乃至第 2 B 図に示すように、半導体層（例えば S O I 層）1 1 には R G B の各色をそれぞれに受光する赤色フォトセンサ 2 1 R、緑色フォトセンサ 2 1 G、青色フォトセンサ 2 2 B が図示されないポテンシャル障壁により区分されて配置されている。すなわち、赤色フォトセンサ 2 1 R と緑色フォトセンサ 2 1

Gとは交互に垂直転送方向に配列されており、赤色フォトセンサ 2 1 Rと緑色フォトセンサ 2 1 Gとを一对にしたその横方向（水平転送方向）に青色フォトセンサ 2 2 Bが備えられている。上記赤色フォトセンサ 2 1 Rおよび緑色フォトセンサ 2 1 Gが形成された半導体層 1 1 下には絶縁膜（例えばゲート絶縁膜）を介して、赤色フォトセンサ 2 1 Rと緑色フォトセンサ 2 1 Gとから電荷転送部（転送 C C D）への読み出しを可能とするもので垂直転送方向に延設された読み出しゲート 4 2（ ϕA , ϕB , ...）が設けられている。この読み出しゲート ϕA , ϕB , ... に直交する水平転送方向には転送ゲート 5 3（ $\phi 1$, $\phi 2$, ...）が配置されている。この転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, ... は、青色フォトセンサ 2 2 B 下ではゲート絶縁膜 3 1 を介して、赤色フォトセンサ 2 1 R および緑色フォトセンサ 2 1 G では上記読み出しゲート ϕA , ϕB , ... 下に絶縁膜 3 7 を介するようにして、連続的に配置されている。

上記構成の固体撮像素子 1 における信号電荷の読み出し例を以下に説明する。青色の信号電荷読み出し動作は、読み出しゲート ϕA , ϕB に対して垂直な転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, ... を配置することによって可能となる。転送動作は水平方向に配設されている転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, ... の印加電圧を変化させることによって青色フォトセンサ 2 2 B 下の電荷転送部（転送 C C D）で行われる。緑色フォトセンサ 2 1 G や赤色フォトセンサ 2 1 R が形成される半導体層（例えば S O I 層） 1 1 直下には読み出しゲート ϕA , ϕB が形成されていて、転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$ は読み出しゲート ϕA , ϕB を介して配置されているので、緑色、赤色の露光波長の光には影響されない。

次に、上記第 1 固体撮像素子の読み出し動作の一例を、第 3 図

のタイミングチャートによって説明する。

第 3 図に示すように、読み出しゲート ϕA が ON の時、例えば、
緑色信号を読み出すときは、転送ゲート $\phi 1$, $\phi 3$ (図示せず),
…も ON であり、したがって、読み出しゲート ϕA によって緑色
5 フォトセンサで光電変換されて生成された緑色信号は、転送ゲート
 $\phi 1$, $\phi 3$, …の電荷転送部に送られ、さらに転送ゲート $\phi 1$,
 $\phi 3$ (図示せず), …によって図示はしない増幅器に転送される。
また、赤色信号を読み出すときは、緑色信号を読み出した後、緑
色信号に赤色信号が読み込まれないようにするために必要な所
10 定時間 T をおいてから、転送ゲート $\phi 2$, $\phi 4$ (図示せず), …
が ON になっていて、読み出しゲート ϕA によって赤色フォトセ
ンサで光電変換されて生成された赤色信号が電荷転送部に送ら
れ、さらに転送ゲートによって図示はしない増幅器に転送される。

次に、本発明の第 2 固体撮像素子およびその第 2 電荷転送方法
15 に係わる実施の形態の構成について、第 4 図の概略構成断面図に
よって説明する。第 4 図に示す構成例は、前記第 1 B 図に示した
構成とは異なり、赤 (あるいは緑) の光電変換素子の下に転送 C
CD を有する構成である。第 4 図では、一例として赤色フォトセ
ンサと青色フォトセンサについて説明する。

20 第 4 図に示すように、本発明の第 2 固体撮像素子の基本構成は、
半導体層 11 を備え、この半導体層 11 には、長波長 (例えば赤
色) 光 L_L を受光して光電変換する第 1 フォトセンサ 21 (赤色
フォトセンサ 21 R) と短波長 (例えば青色) 光 L_S を受光して
光電変換する第 2 フォトセンサ 22 (青色フォトセンサ 22 B)
25 とがポテンシャル障壁部 12 により区分されて隣接して配置さ
れている。上記半導体層 11 は、例えば SOI (Silicon on

insulator) 層で形成される。そして、赤色フォトセンサ 2 1 R 上には赤色フィルタ 7 1 R が形成され、図示はしないが緑色フォトセンサ上には緑色フィルタが形成され、青色フォトセンサ 2 2 B 上には青色フィルタ 7 1 B が形成されている。

- 5 例えば、前記第 1 A 図の平面レイアウト図に示すように、赤色光を受光する第 1 フォトセンサ 2 1 (赤色フォトセンサ 2 1 R) と緑色光を受光する第 1 フォトセンサ 2 1 (緑色フォトセンサ 2 1 G) とが交互に例えば垂直転送方向に配列され、且つ一对の赤色フォトセンサ 2 1 R と緑色フォトセンサ 2 1 G とに隣接して
- 10 青色光を受光する第 2 フォトセンサ 2 2 (青色フォトセンサ 2 2 B) が垂直転送方向に配列されている。

- 今、赤色フォトセンサ 2 1 R と青色フォトセンサ 2 2 B とに着目して以下に説明する。半導体層 1 1 の上部には、上記赤色フォトセンサ 2 1 R と、上記青色フォトセンサ 2 2 B とがポテンシャル障壁 1 2 を介して隣接する状態に形成されている。また、赤色
- 15 フォトセンサ 2 1 R 下の半導体層 1 1 にはポテンシャル障壁 1 2 を介してその半導体層 1 1 の底部まで電荷保持転送部 4 0 のチャンネル領域 4 1 が形成されている。また、青色フォトセンサ 2 2 B 下の半導体層 1 1 にはポテンシャル障壁 1 2 を介してその
- 20 半導体層 1 1 の底部まで電荷転送部のチャンネル領域 5 1 が形成されている。上記チャンネル領域 4 1、5 1 間にはポテンシャル障壁 1 2 が形成されている。

- 上記赤色フォトセンサ 2 1 R の側部にはポテンシャル障壁 1 2、ゲート絶縁膜 3 3 を介して赤色光を読み出す縦型の第 1 読み出しゲート 4 5 が形成されている。一方、上記青色フォトセンサ
- 25 2 2 B の側部にはポテンシャル障壁 1 2、ゲート絶縁膜 3 5 を介

して青色光を縦型の読み出す第2読み出しゲート55が形成されている。

上記半導体層11下には、絶縁膜（ゲート絶縁膜）31を介して、赤色フォトセンサ21R下に保持ゲート43が形成され、青色フォトセンサ22B下に転送ゲート53が形成されている。さらに、保持ゲート43と転送ゲート53との間には赤色の電荷保持転送部40から青色の電荷転送部50へ電荷を転送する転送ゲート47が形成されている。図示はしないが、緑色光を受光するフォトセンサ、電荷保持転送部は、上記赤色光を受光する赤色
10 フォトセンサ21R、電荷保持転送部40と同様な構成をとることができる。

上記構成では、赤色光（および緑色光）を受光する赤色フォトセンサ21R（21G）の直下には、ポテンシャル障壁12を介して電荷保持転送部40（チャネル領域41、ゲート絶縁膜31
15 および保持ゲート43）が存在していて、垂直方向に電荷を転送する電荷転送部（転送CCD）は存在しない。したがって、赤色（又は緑色）光を受光した赤色フォトセンサ21R（緑色フォトセンサ21G）では、光電変換により得られた赤色（又は緑色）信号を第1読み出しゲート45により電荷保持転送部40に移
20 送し、一旦電荷保持転送部40に蓄積する。そして、蓄積された信号電荷は、所定のタイミングで、転送ゲート47により電荷保持転送部40から青色の電荷転送部50（チャネル領域51、ゲート絶縁膜31および転送ゲート53）に移され（矢印A方向）、さらにこの電荷転送部50で例えば最終段まで転送される。

25 一方、青色光を受光する青色フォトセンサ22Bで生成された信号電荷はその左端にある第2読み出しゲート55により、電荷

転送部 50 に移され（矢印イ方向）、さらにこの電荷転送部 50 で例えば最終段まで転送される。

次に、第 2 固体撮像素子の転送ゲート電極および読み出しゲート電極を、第 5 A 図の平面レイアウト図および第 5 B 図の概略構成断面図によって詳細に説明する。なお、第 5 B 図は第 5 A 図の主にゲート電極の A-A 線断面を示す。

第 5 A 図乃至第 5 B 図に示すように、半導体層（例えば SOI 層）11 には RGB の各色をそれぞれに受光する赤色フォトセンサ 21 R、緑色フォトセンサ 21 G、青色フォトセンサ 22 B が図示されないポテンシャル障壁により区分されて配置されている。すなわち、赤色フォトセンサ 21 R と緑色フォトセンサ 21 G とは交互に垂直転送方向に配列されており、赤色フォトセンサ 21 R と緑色フォトセンサ 21 G とを一对にしたその横方向（水平転送方向）に青色フォトセンサ 22 B が備えられている。

上記赤色フォトセンサ 21 R および緑色フォトセンサ 21 G が形成された半導体層 11 下には、絶縁膜（例えばゲート絶縁膜）を介して、赤色フォトセンサ 21 R と緑色フォトセンサ 21 G とから読み出された電荷を一旦保持する電荷保持転送部 40 の保持ゲート 43（Vh）が例えば垂直転送方向に設けられている。さらに赤色フォトセンサ 21 R および緑色フォトセンサ 21 G と青色フォトセンサ 22 B との間の半導体層 11 下には、絶縁膜（例えばゲート絶縁膜）を介して、上記保持ゲート Vh と平行に、電荷保持転送部 40 から青色フォトセンサ 22 B 下に形成されている電荷転送部 50 へ電荷を転送する転送ゲート 47（ ϕa , ϕb , ...）が設けられている。さらに、保持ゲート Vh および転送ゲート ϕa , ϕb , ... に直交する水平転送方向には信号電荷を

例えば最終段に転送する転送ゲート 53 ($\phi 1$, $\phi 2$, ...) が配置されている。この転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, ... は、青色フォトセンサ 22B 下ではゲート絶縁膜 31 を介して、赤色フォトセンサ 21R および緑色フォトセンサ 21G では上記保持ゲート V_h および転送ゲート ϕa , ϕb , ... 下の絶縁膜 37 を介するようにして、連続的に配置されている。

上記構成の固体撮像素子 2 における信号電荷の読み出し例を以下に説明する。青色の信号電荷読み出し動作は、保持ゲート V_h , V_h , ... に対して垂直な転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, ... を配置することによって可能となる。転送動作は水平方向に配設されている転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, ... の印加電圧を変化させることによって青色フォトセンサ 22B 下の電荷転送部 (転送 CCD) 50 で行われる。緑色フォトセンサ 21G や赤色フォトセンサ 21R が形成される半導体層 (例えば SOI 層) 11 直下には保持ゲート V_h , V_h , ... および転送ゲート ϕa , ϕb , ... が形成されていて、転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, ... は保持ゲート V_h , 転送ゲート ϕa , 保持ゲート V_h , ϕb , ... を介して配置されているので、緑色、赤色の露光波長の光には影響されない。

次に、上記第 2 固体撮像素子の読み出し動作の一例を、第 6 図のタイミングチャートによって説明する。

第 6 図に示すように、転送ゲート ϕa が ON の時、例えば、緑色信号を読み出すときは、転送ゲート $\phi 1$, $\phi 3$ (図示せず), ... も ON であり、したがって、緑色フォトセンサで光電変換されて電荷保持転送部に保持されていた緑色信号が転送ゲート ϕa , ϕb , ... により転送ゲート $\phi 1$, $\phi 3$ (図示せず), ... の電荷転送部に送られ、さらに転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, $\phi 3$ (図示せず),

…によって図示はしない増幅器に転送される。また、赤色信号を読み出すときは、緑色信号を読み出した後、緑色信号に赤色信号が読み込まれないようにするために必要な所定時間Tをおいてから、赤色信号の読み出し動作に入る。赤色信号の読み出しでは、

5 転送ゲート $\phi 2$, $\phi 4$ (図示せず), …がONになっていて、転送ゲート ϕa によって赤色フォトセンサで光電変換されて電荷保持転送部に保持されていた赤色信号が転送ゲート $\phi 2$, $\phi 4$ (図示せず), …の電荷転送部に送られ、さらに転送ゲート $\phi 1$, $\phi 2$, $\phi 3$ (図示せず), …によって図示はしない増幅器に転送

10 される。

上記実施の形態の構成では、電荷転送部(転送CCD部)にスミアによるノイズ信号電荷が発生する。しかしながら、青色の電荷転送部50を流れる信号電荷には、電荷転送部50に隣接した赤色(又は緑色)の電荷保持転送部40からノイズが入ってこないので、信号が汚染されることは無い。

15

次に、本発明の第2固体撮像素子の別に電荷転送方法を、第7A図乃至第7C図の平面レイアウト概略図によって説明する。なお、図中の矢印は電荷の転送方向を示す。

赤色フォトセンサで光電変換して得た信号電荷は、赤色フォトセンサ下に形成されている電荷転送部を経由しなければ、青色領域の電荷転送部(転送CCD)に行けない場合を説明する。この場合には、赤色の信号電荷を読み出す前にクリーニング動作を行い、赤色の電荷転送部のノイズ電荷を取り除く。すなわち、第7A図に示すように、赤色の電荷転送部(転送CCD)50Rから

20

25 ノイズ信号電荷Nを青色領域の電荷転送部(転送CCD)50Bに移動させ、そこから連続した青色領域の電荷転送部50Bによ

り最終段に捨てる。この動作は、緑色の信号電荷についても赤色の信号電荷と同様である。すなわち、緑色の電荷転送部（転送 C C D）5 0 G からノイズ信号電荷 N を青色領域の電荷転送部（転送 C C D）5 0 B に移動させ、そこから連続した青色領域の電荷
5 転送部 5 0 B により最終段に捨てる。

次いで、第 7 B 図に示すように、ノイズ信号電荷 N を除去後、直ちに赤色の読み出しゲートを O N し、赤色信号電荷 S R を赤色フォトセンサから赤色の電荷転送部 5 0 R に移す。さらに赤色の電荷転送部 5 0 R を O N して、青色領域の電荷転送部（転送 C C D）5 0 B に移動させ、そこから連続した青色領域の電荷転送部
10 5 0 B により転送する。この動作は、緑色の信号電荷についても赤色の信号電荷と同様である。すなわち、ノイズ信号電荷 N を除去後、直ちに緑色の読み出しゲートを O N し、緑色信号電荷を緑色フォトセンサから緑色の電荷転送部 5 0 G に移す。さらに緑色の電荷転送部 5 0 G を O N して、青色領域の電荷転送部（転送 C C D）5 0 B に移動させ、そこから連続した青色領域の電荷転送部 5 0 B により転送する。
15

なお、赤色や緑色の信号電荷が青色の電荷転送部 5 0 B にしか移らない場合には、基本的には上記クリーニング動作を行う必要
20 は無い。その理由は、赤色（緑色）の電荷転送部 5 0 R（5 0 G）にたまったノイズも、もともとは赤（緑）色光から作られた電荷なので、フォトセンサで光電変換により得た電荷と電荷転送部にたまったノイズ電荷を足し合わせて信号電荷と考えればよいだけである。その後、その信号電荷を青色の電荷転送部（転送 C C D）5 0 B に送れば、第 1 実施の形態で説明したものと同様になる。
25

ところで、第 7 C 図に示すように、例えば、緑色光を緑色フォトセンサ 5 0 G で光電変換した後、順に、緑色電荷転送部（緑色転送 C C D）5 0 G、赤色電荷転送部（赤色転送 C C D）5 0 R、青色電荷転送部（青色転送 C C D）5 0 B、青色電荷転送部（青色転送 C C D）5 0 B、… というように、緑色の信号電荷 S G を、赤色電荷転送部 5 0 R を通して青色電荷転送部 5 0 B に送る場合には、一旦、赤色電荷転送部 5 0 R にあるノイズ電荷をクリーニングしてから送る必要がある。もしクリーニングを行わないと、緑色信号は赤色ノイズと混ざり合い汚染されることになる。

10 このように、赤（緑）色の電荷転送部（転送 C C D）を積極的に用いる場合、赤の信号電荷を読み出す前にクリーニング動作を行い、赤色の電荷転送部内のノイズ電荷を取り除く。すなわち、赤色の電荷転送部からノイズ信号電荷を青色の電荷転送部に移動させ、そこから連続した青色の電荷転送部により最終段に捨てる。

15 次に、上記第 1 固体撮像素子の製造方法の一例を第 8 A 図乃至第 8 B 図の概略構成断面図によって説明する。

20 まず、第 8 A 図に示すように、基板 A として S O I 基板 3 を用意し、その半導体層（S O I 層）4 にトレンチ素子分離技術のような既知の素子分離技術にしたがって、素子分離領域（図示せず）を形成する。また、バルクの半導体基板を用いる場合には、所望の S O I 層の膜厚に相当する深さに例えばトレンチ素子分離領域を形成すればよい。なお、S O I 基板を用いた場合で素子分離領域を形成する必要がない場合には上記素子分離領域は形成しない。

25 次いで、半導体層 4 に対して、図示はしないが、例えばイオン

注入法によって、転送ゲート用埋め込みチャネル（例えばn型半導体領域）、ポテンシャル障壁（例えばp型チャネルストップ領域）等を形成する。

次いで、既知のゲート電極の形成技術にしたがって、半導体層
5 4上にゲート絶縁膜31を介して読み出しゲート42（読み出しゲート電極）を形成する。この工程では、まずゲート絶縁膜31を形成した後、ゲート電極用の多結晶シリコン膜を形成する。次いで、通常のレジストマスクを用いたリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて垂直転送方向に配設される読み出しゲート
10 電極42Gを形成する。次いで、不要なレジストを除去した後、読み出しゲート電極42Gを被覆する絶縁膜を形成する。次いで、転送ゲート電極用の多結晶シリコン膜を形成する。次いで、通常のレジストマスクを用いたリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて水平転送方向に配設される転送ゲート電極（図示せず）を形成する。次いで、不要なレジストを除去する。また、青色の信号電荷を読み出すための縦型読み出しゲート（縦型読み出し電極）を形成する場合には、上記ゲート電極の形成に先立ち、半導体層4に上記縦型読み出し電極を配設するための溝を形成する。その後、溝内に例えば多結晶シリコンを埋め込むことによ
20 り、青色の信号電荷を読み出すための縦型読み出し電極（図示せず）を形成することができる。

その後、上記各ゲート電極を覆う層間絶縁膜6を成膜する。その後、化学的機械研磨（以下CMPという、CMPはChemical Mechanical Polishingの略）によって層間絶縁膜6表面の平坦化
25 を行い、その平坦化した面をもう一つの基板Bに張り合わせる。その後、例えば1000℃、1時間ほどのアニール処理により、

脱水素結合させて、基板 A と基板 B の張り合わせ結合を強固にする。

次に、基板 A の裏面側を研削する。その後エッチングを行い、S O I 基板 3 の埋め込み酸化膜 5 と基板 A のシリコンのエッチ
5 ングレート差でエッチングを停止させる。このようにして、第 8 B 図に示すように、S O I 基板 3 の埋め込み酸化膜 5 が露出される。次に、上記半導体層 4 に対し所望の不純物分布を得るためのイオン注入を行なう。

その後、図示はしないが、既知のオンチップレンズの形成技術
10 やオンチップカラーフィルタの形成技術にしたがって、オンチップレンズ、オンチップカラーフィルタなど仕様に合うように画素を形成する。

なお、第 2 固体撮像素子の製造方法も第 1 固体撮像素子の製造方法と同様である。すなわち、第 2 固体撮像素子の製造方法では、
15 第 1 固体撮像素子の製造方法において、読み出しゲートを形成する際に保持ゲートと転送ゲートを形成し、縦型の読み出しゲートを形成する際に同様に縦型の読み出しゲートを形成すればよい。その他の工程は、第 2 固体撮像素子の製造方法も第 1 固体撮像素子の製造方法も同様となる。

20 以上、説明したように本発明の第 1 固体撮像素子によれば、赤色（又は緑色）のような長波長の光を受光する第 1 フォトセンサ下に読み出しゲートを設けたことから、長波長光の信号電荷を青色のような短波長光を受光する第 2 フォトセンサ下に設けられた電荷転送部に移送できる。また、第 2 固体撮像素子によれば、
25 赤色（緑色）のような長波長の光を受光する第 1 フォトセンサ下に保持ゲートと転送ゲートとを設けたことから、長波長光の信号

電荷を蓄積した後、その信号電荷を青色のような短波長光を受光する第2フォトセンサ下に設けられた電荷転送部に移送できる。このため、長波長光の信号電荷を転送する際には、いずれの固体撮像素子においても、従来のように、長波長光が第1フォトセンサを突き抜けたとしても、長波長光の信号電荷の転送に影響を及ぼすことが無くなる。このため、電荷転送部に光が進入し、転送している際中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題を解決することができる。

本発明の固体撮像素子の第1電荷転送方法によれば、赤色（又は緑色）のような長波長光は、長波長光を受光する第1フォトセンサ下に設けた読み出しゲートにより、長波長光の信号電荷を青色のような短波長光を受光する第2フォトセンサ下に設けられた電荷転送部に移送できる。また、第2電荷転送方法によれば、赤色（緑色）のような長波長は、長波長光を受光する第1フォトセンサ下に設けた保持ゲートと転送ゲートとにより、長波長光の信号電荷を蓄積した後、その信号電荷を青色のような短波長光を受光する第2フォトセンサ下に設けられた電荷転送部に移送できる。このため、長波長光の信号電荷を転送する際には、いずれの転送方法においても、従来のように、長波長光が第1フォトセンサを突き抜けたとしても、長波長光の信号電荷の転送に影響を及ぼすことが無くなる。このため、電荷転送部に光が進入し、転送している際中の信号電荷にノイズ信号が混入するというスミア問題を解決することができる。

請求の範囲

1. 固体撮像素子は以下の構成からなる：

5 基板内に形成され、第1フォトセンサと前記第1フォトセンサが受光する光よりも短い波長の光を受光する第2フォトセンサとからなるフォトセンサ部と；

前記基板内であり、前記第2フォトセンサ下に形成された電荷転送部と；

10 前記基板内であり、前記第1フォトセンサ下に形成され、前記第1フォトセンサで光電変換された電荷を前記電荷転送部に移送する読み出しゲート。

2. 前記第1フォトセンサは赤色の光もしくは緑色の光を受光し、

15 前記第2フォトセンサは青色の光を受光する請求の範囲第1項記載の固体撮像素子。

3. 前記第1フォトセンサは赤色の光を受光し、前記第2フォトセンサは緑色の光を受光する請求の範囲第1項記載の固体撮像素子。

20 前記第1フォトセンサと前記第2フォトセンサは、ポテンシャル障壁部を介して隣接して配置されている請求の範囲第1項に記載の固体撮像素子。

5. 固体撮像素子は以下の構成からなる：

25 基板内に形成され、第1フォトセンサと前記第1フォトセンサが受光する光よりも短い波長の光を受光する第2フォトセンサとからなるフォトセンサ部と；

前記基板内であり、前記第1フォトセンサ下に形成された第1

電荷転送部と；

前記基板内であり、前記第2フォトセンサ下に形成された第2電荷転送部と；

前記基板内であり、前記第1フォトセンサの側部に形成され、
5 前記第1フォトセンサで光電変換された電荷を前記第1電荷転送部に移送する第1読み出しゲートと；

前記基板内であり、前記第2フォトセンサの側部に形成され、
前記第2フォトセンサで光電変換された電荷を前記第2電荷転送部に移送する第2読み出しゲートと；

10 前記基板内の前記第1電荷転送部と前記第2電荷転送部との間に形成され、前記第1電荷転送部に蓄積された電荷を前記第2電荷転送部に移送する転送ゲート。

6. 前記第1フォトセンサは赤色の光もしくは緑色の光を受光し、前記第2フォトセンサは青色の光を受光する請求の範囲第5
15 項記載の固体撮像素子。

7. 前記第1フォトセンサは赤色の光を受光し、前記第2フォトセンサは緑色の光を受光する請求の範囲第5項記載の固体撮像素子。

8. 前記第1フォトセンサと前記第2フォトセンサは、ポテンシャル障壁部を介して隣接して配置されている請求の範囲第5
20 項に記載の固体撮像素子。

9. 基板内に形成され、第1フォトセンサと前記第1フォトセンサが受光する光よりも短い波長の光を受光する第2フォトセンサとからなるフォトセンサ部を有した固体撮像素子の電荷転
25 送方法は以下からなる：

前記第1フォトセンサで光電変換された電荷を、前記基板内の

前記第 1 フォトセンサ下に形成された読み出しゲートにより、前記基板内の前記第 2 フォトセンサ下に形成された前記電荷転送部に移送する。

10 1 0. 前記第 1 フォトセンサは赤色の光もしくは緑色の光を受光し、前記第 2 フォトセンサは青色の光を受光する請求の範囲第 9 項記載の固体撮像素子の電荷転送方法。

1 1. 前記第 1 フォトセンサは赤色の光を受光し、前記第 2 フォトセンサは緑色の光を受光する請求の範囲第 9 項記載の固体撮像素子の電荷転送方法。

10 1 2. 前記第 1 フォトセンサと前記第 2 フォトセンサは、ポテンシャル障壁部を介して隣接して配置されている請求の範囲第 9 項記載の固体撮像素子の電荷転送方法。

15 1 3. 基板内に形成され、第 1 フォトセンサと前記第 1 フォトセンサが受光する光よりも短い波長の光を受光する第 2 フォトセンサとからなるフォトセンサ部を有した固体撮像素子の電荷転送方法は以下からなる：

前記第 1 フォトセンサで光電変換により生成された電荷は、前記基板内の前記第 1 フォトセンサの側部に形成された読み出しゲートにより、前記基板内の前記第 1 フォトセンサ下に形成された第 1 電荷転送部に移送し、さらに転送ゲートにより前記基板内の前記第 2 フォトセンサ下に形成された第 2 電荷転送部に転送する。

1 4. 前記第 1 フォトセンサは赤色の光もしくは緑色の光を受光し、

25 前記第 2 フォトセンサは青色の光を受光する請求の範囲第 1 3 項記載の固体撮像素子の電荷転送方法。

15. 前記第1フォトセンサは赤色の光を受光し、前記第2フォトセンサは緑色の光を受光する請求の範囲第13項記載の固体撮像素子の電荷転送方法。

16. 前記第1フォトセンサと前記第2フォトセンサは、ポテンシャル障壁部を介して隣接して配置されている請求の範囲第13項記載の固体撮像素子の電荷転送方法。

17. 固体撮像素子の製造方法は以下の工程からなる：

第1フォトセンサと前記第1フォトセンサが受光する光よりも短い波長の光を受光する第2フォトセンサとからなるフォトセンサ部を、基板内に形成する工程と；

電荷転送部を、前記基板内の前記第2フォトセンサ下に形成する工程と；

前記第1フォトセンサで光電変換された電荷を前記電荷転送部に移送する読み出しゲートを、前記基板内の前記第1フォトセンサ下に形成する工程。

18. 固体撮像素子の製造方法は以下の工程からなる：

第1フォトセンサと前記第1フォトセンサが受光する光よりも短い波長の光を受光する第2フォトセンサとからなるフォトセンサ部を、基板内に形成する工程と；

第1電荷転送部を、前記基板内の前記第1フォトセンサ下に形成する工程と；

第2電荷転送部を、前記基板内の前記第2フォトセンサ下に形成する工程と；

前記第1フォトセンサで光電変換された電荷を前記第1電荷転送部に移送する第1読み出しゲートを、前記基板内の前記第1フォトセンサの側部に形成する工程と；

前記第 2 フォトセンサで光電変換された電荷を前記第 2 電荷転送部に移送する第 2 読み出しゲートを、前記基板内の前記第 2 フォトセンサの側部に形成する工程と；

5 前記第 1 電荷転送部に蓄積された電荷を前記第 2 電荷転送部に移送する転送ゲートを前記基板内の前記第 1 電荷転送部と前記第 2 電荷転送部との間に形成する工程。

1/9

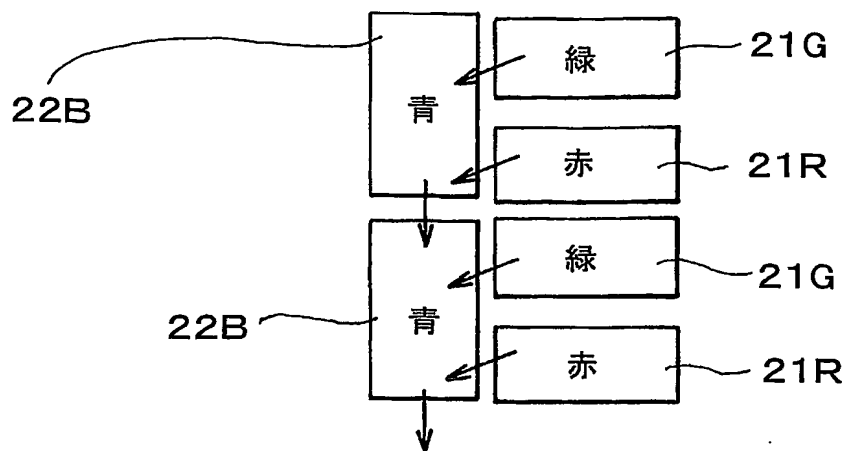


Fig.1A

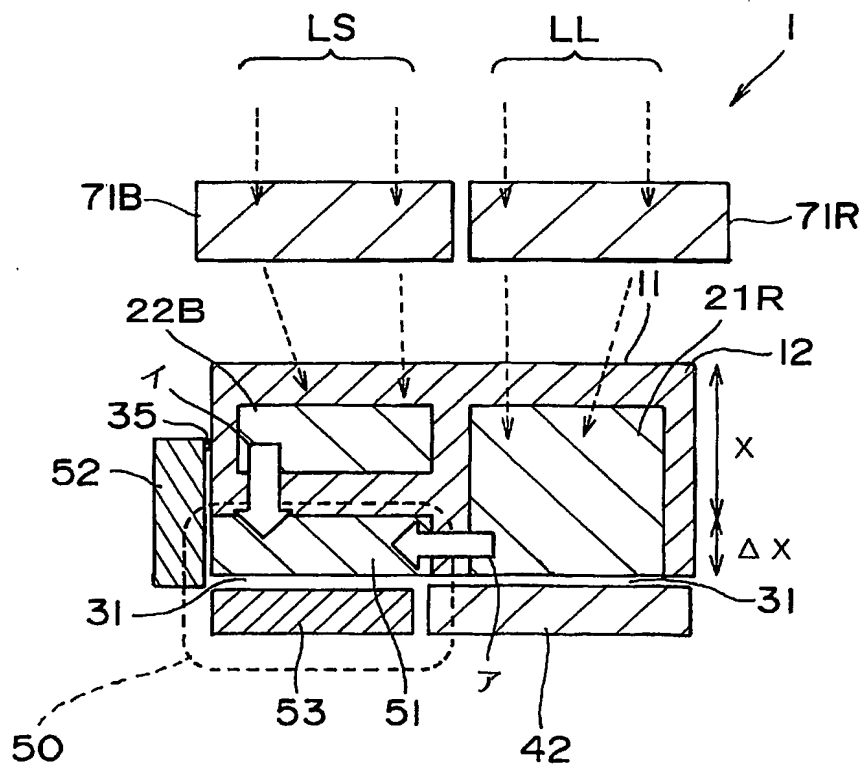


Fig.1B

2/9

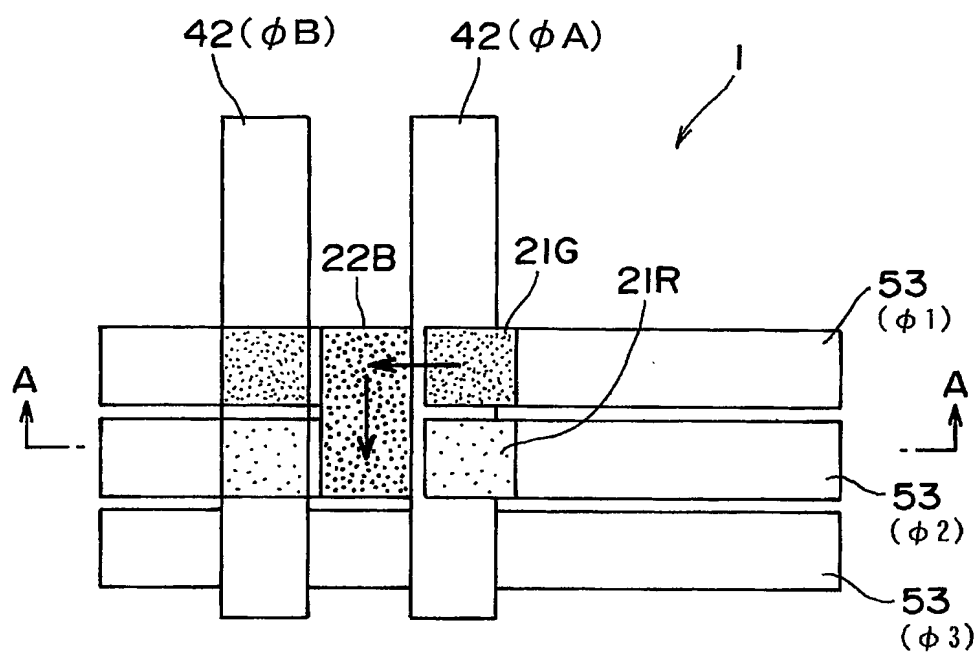


Fig.2A

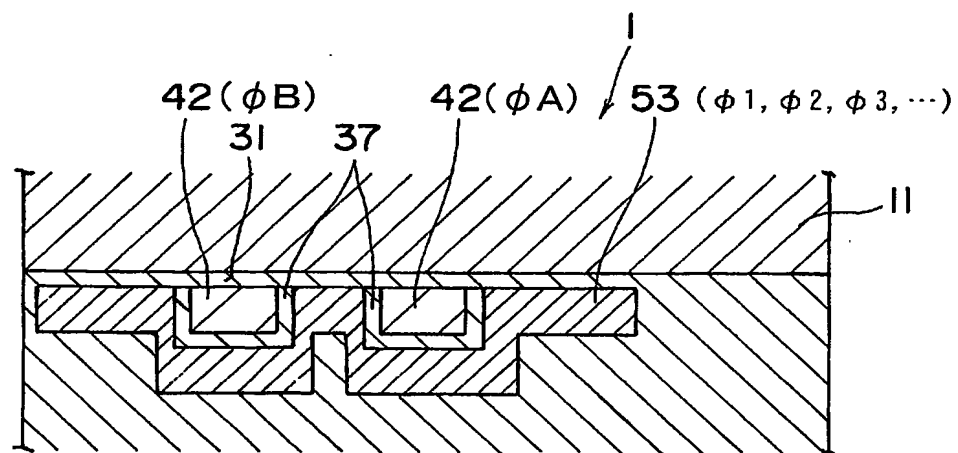


Fig.2B

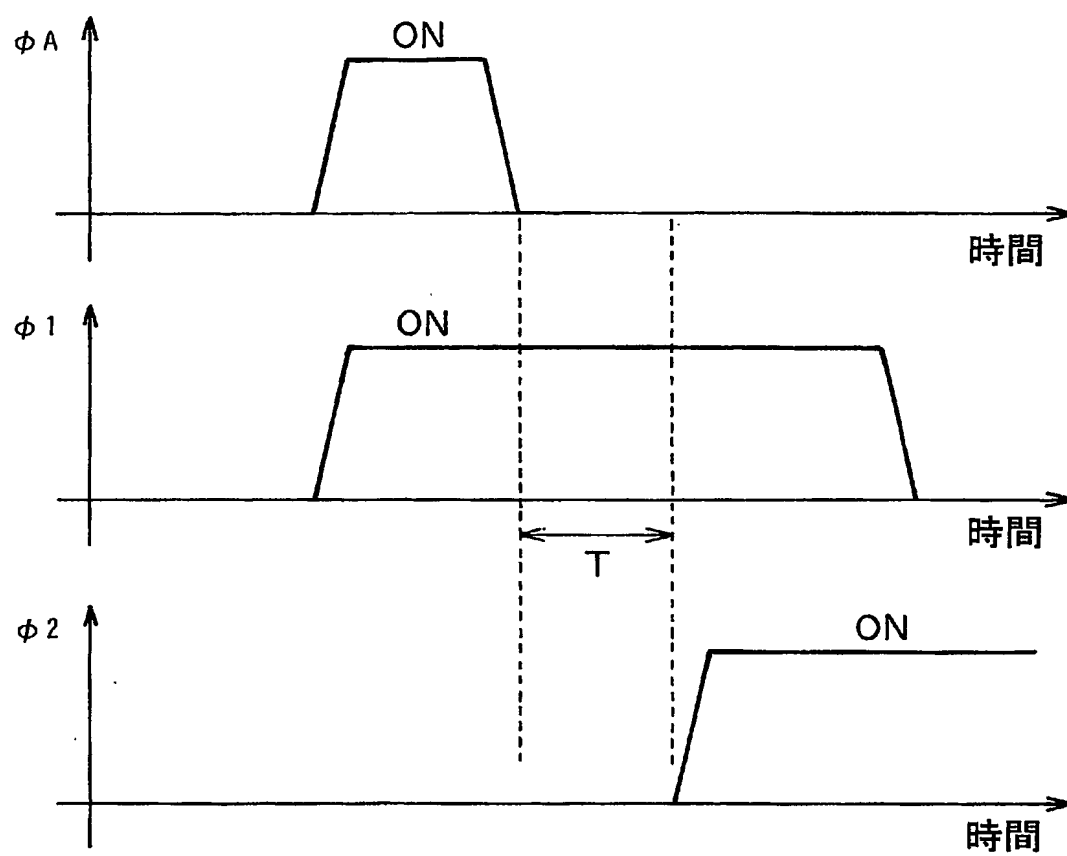


Fig.3

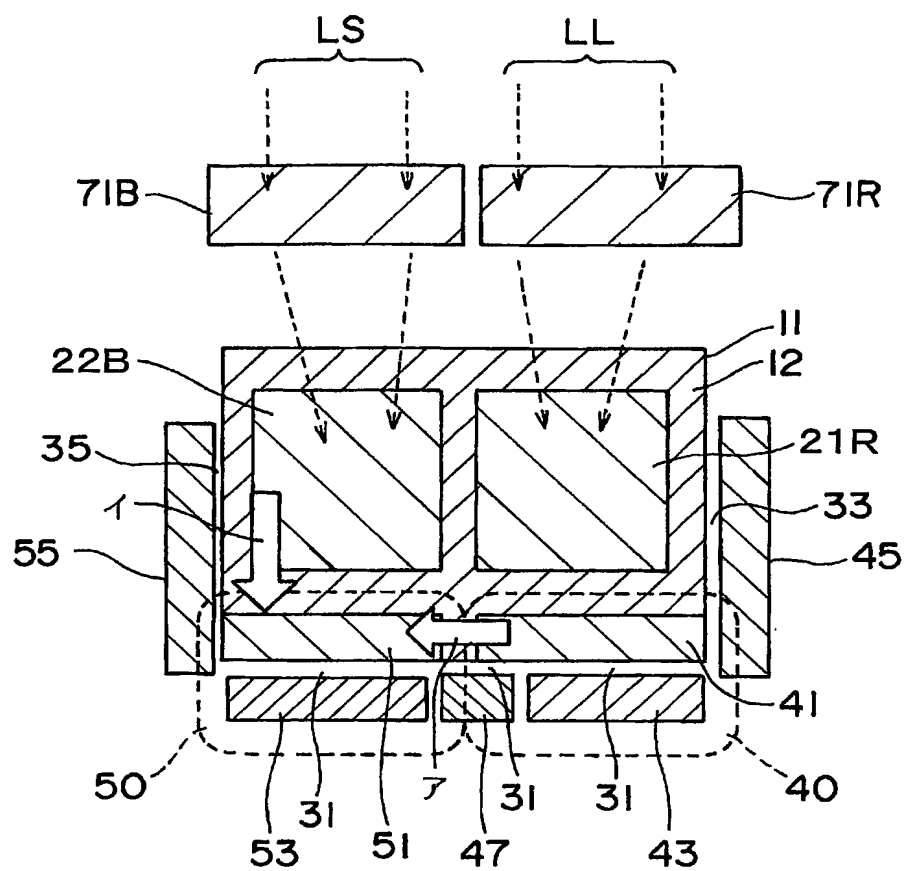


Fig.4

5/9

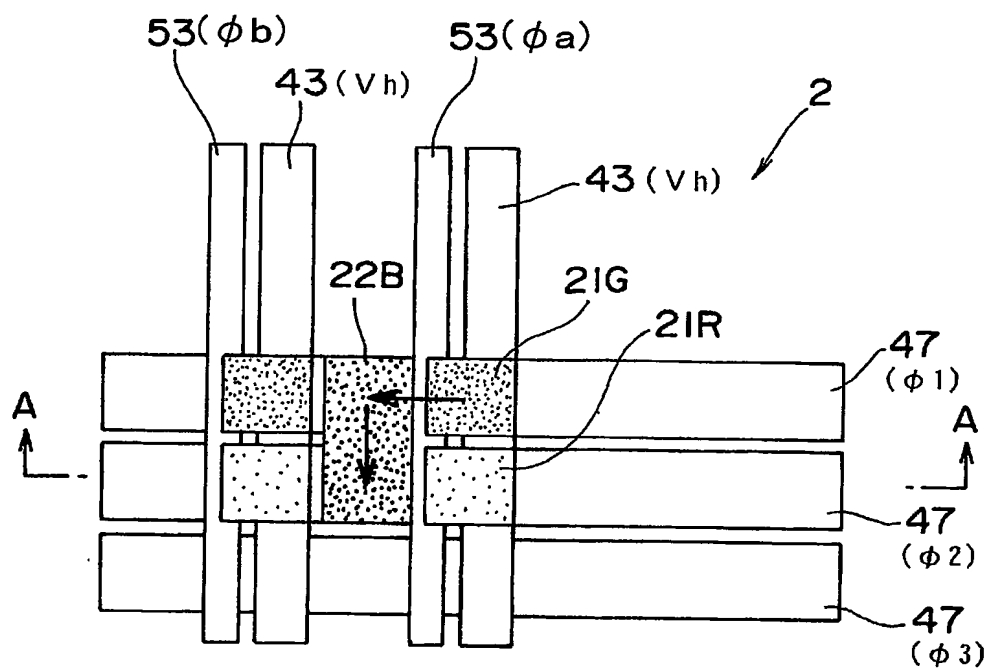


Fig.5A

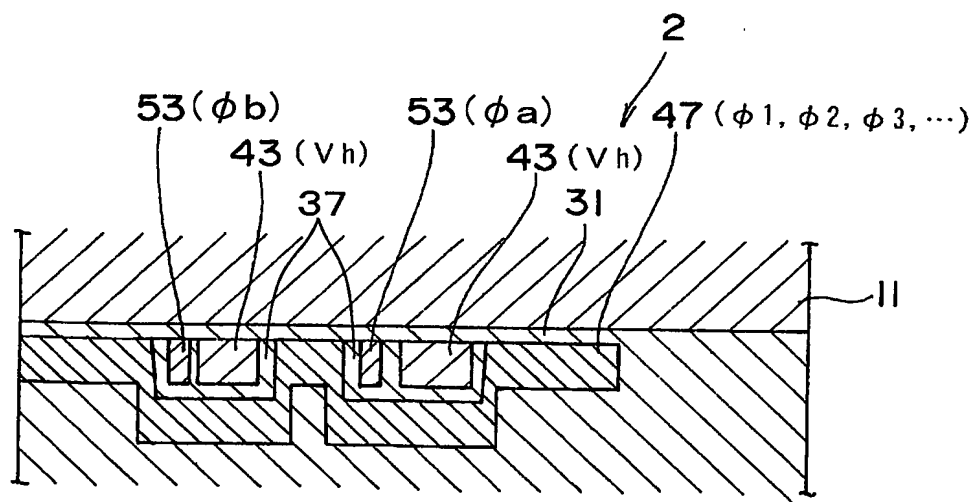


Fig.5B

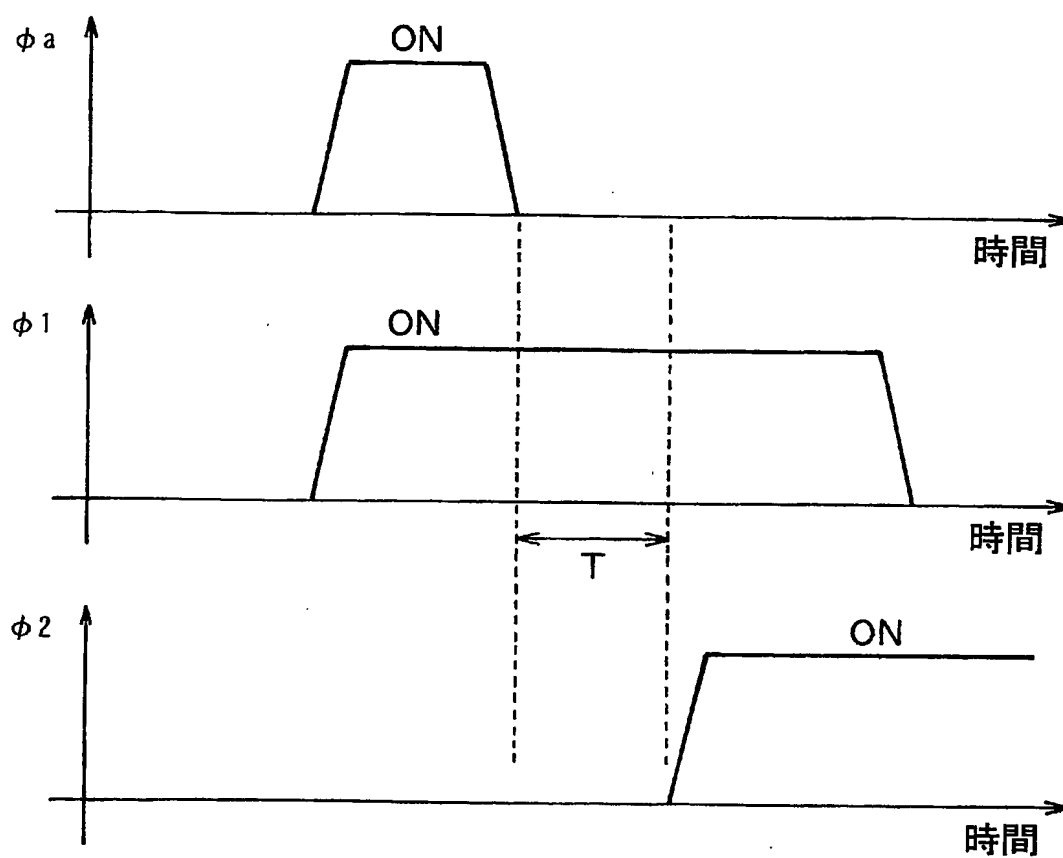


Fig.6

7/9

Fig.7A

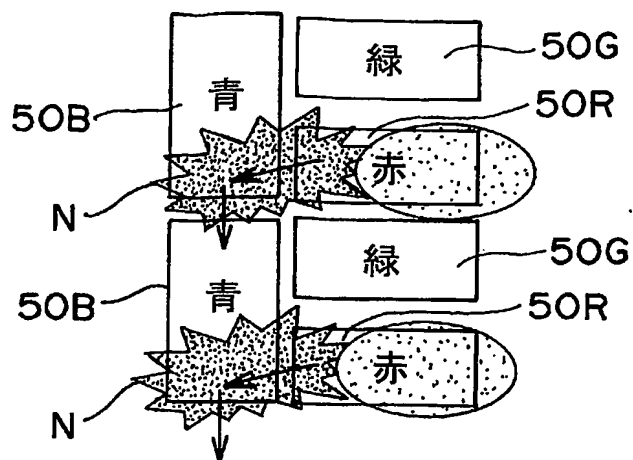


Fig.7B

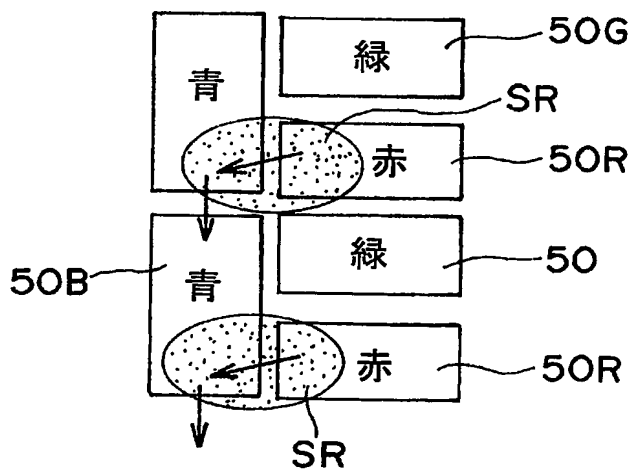
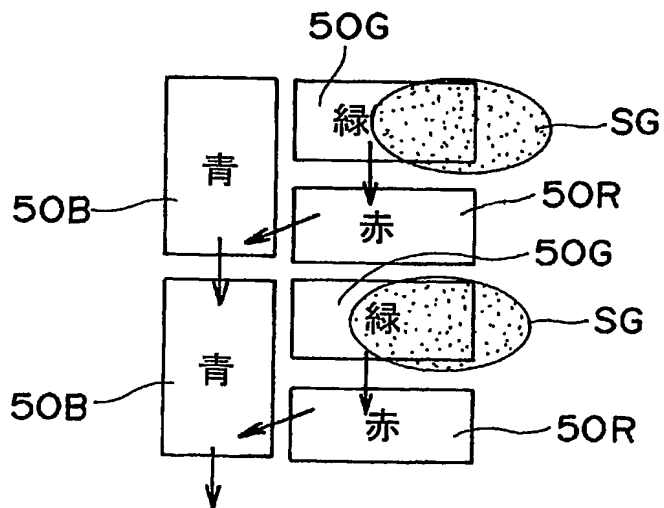


Fig.7C



8/9

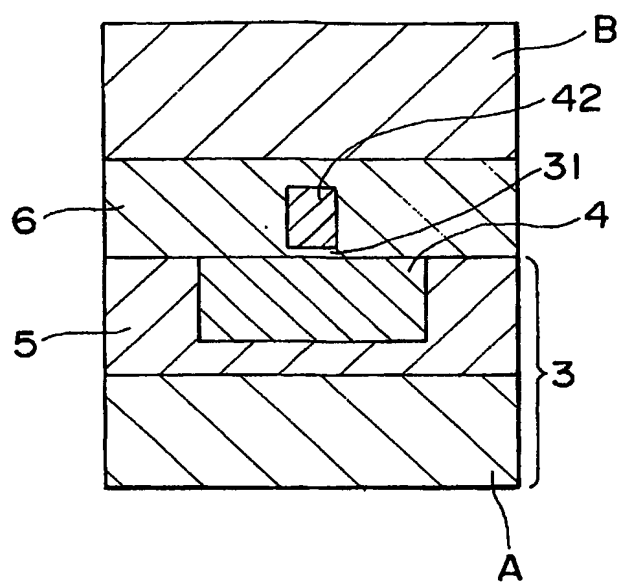


Fig.8A

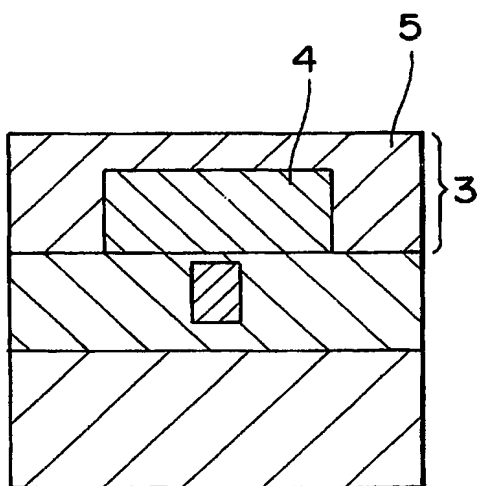


Fig.8B

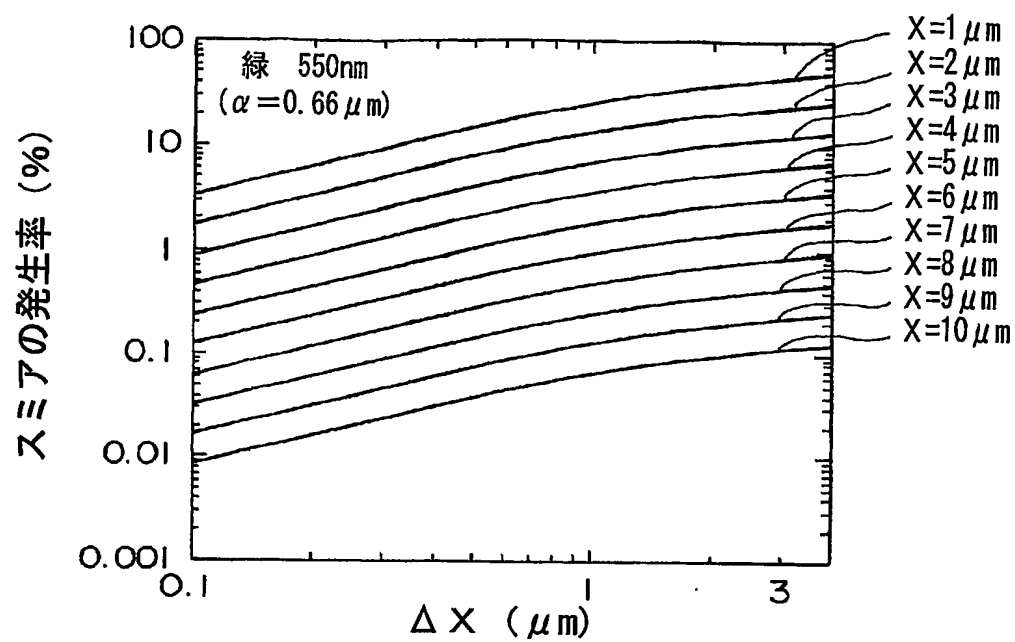


Fig.9A

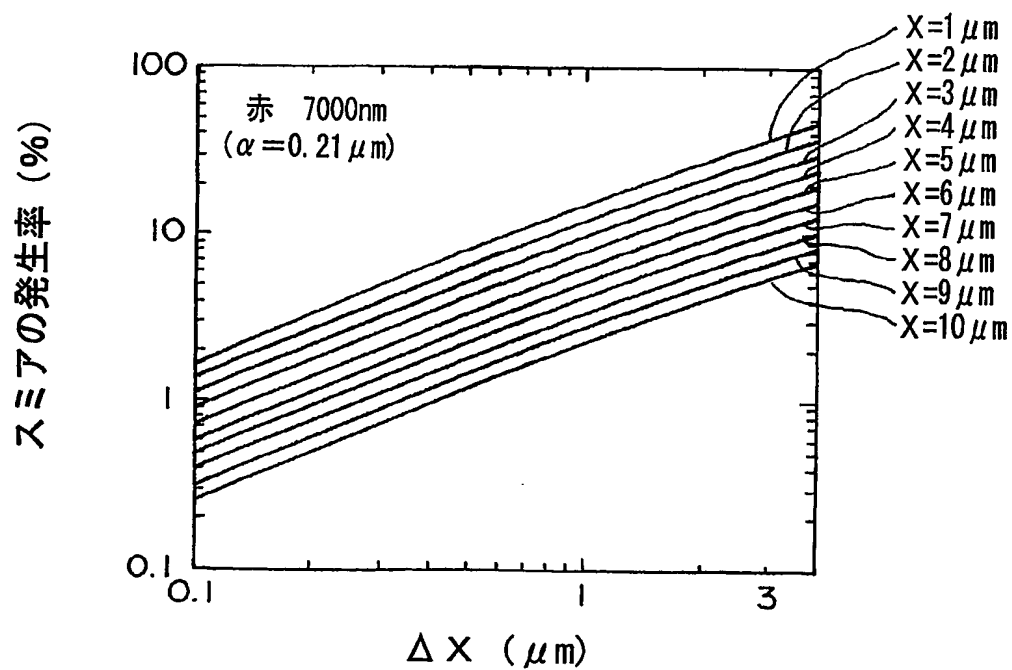


Fig.9B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15941

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L27/148, H04N5/335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L27/148, H04N5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5179428 A (GOLD STAR ELECTRON CO., LTD.), 12 January, 1993 (12.01.93), Full text & JP 6-132513 A Full text & DE 4123191 A & FR 2664743 A & GB 2246018 A & NL 9101223 A	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
12 February, 2004 (12.02.04)

Date of mailing of the international search report
24 February, 2004 (24.02.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L27/148, H04N5/335

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L27/148, H04N5/335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 5179428 A (GOLD STAR ELECTRO N CO., LTD.,) 1993. 01. 12, 全文 & JP 6-132513 A, 全文 & DE 4123191 A & FR 2664743 A & GB 2246018 A & NL 9101223 A	1-18

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.02.2004

国際調査報告の発送日

24.2.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

河本 充雄

4M

9056

電話番号 03-3581-1101 内線 3462